

P21205.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :T. GOTOH

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :AUTOMATIC SURVEYING SYSTEM




CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-219128, filed July 19, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
T. GOTOH


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

Reg. No.
33,329

July 9, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

Seimi/su-US-20 HI

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

FC821 U.S. PRO
09/900013
07/09/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 7月19日

出願番号

Application Number:

特願2000-219128

出願人

Applicant(s):

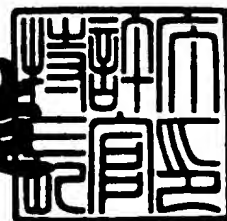
旭精密株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 2月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3003876

【書類名】 特許願

【整理番号】 P4193

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01C

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉二丁目5番2号 旭精密株式会社内

【氏名】 後藤 達夫

【特許出願人】

【識別番号】 000116998

【氏名又は名称】 旭精密株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083286

【弁理士】

【氏名又は名称】 三浦 邦夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001971

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0007365

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動測量システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 望遠光学系と、

該望遠光学系によって視準された標尺の目盛面の像を撮像して電氣的な画像データに変換する撮像手段と、

標尺の目盛面の所定のパターン、数字、またはスケールに関する識別データを格納した記憶手段と、

前記撮像手段が撮像した標尺の画像データと前記記憶手段から読み出したパターン、数字、またはスケールに関する識別データに基づいて、該撮像した標尺のパターン、数字、またはスケールを解析し、識別して測量値を得る解析手段と、を備えたことを特徴とする自動測量システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の自動測量システムにおいて、複数の種類の標尺の前記パターン、数字、またはスケールに関する識別データが格納された記憶手段と、使用する標尺に対応する前記識別データを選択する選択手段を備え、前記解析手段は、該選択手段によって選択された標尺の種別に応じた識別データを前記記憶手段から読み出して使用する自動測量システム。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の自動測量システムはさらに、前記解析手段が解析し、識別して得た測量値を表示する表示手段を備えている自動測量システム。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の自動測量システムにおいて、前記解析手段は、前記標尺の画像データから標尺の像が占める幅方向の画像データ占有量、または所定のパターン、数字、またはスケールの像の幅または高さ方向の画像データ占有量を求め、該求めた占有量に応じて解析するパターン、数字、またはスケールを選択する自動測量システム。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 記載の自動測量システムにおいて、前記解析手段は、前記望遠鏡視野内の所定の基準線と合致する、前記標尺の目盛面に形成されている所定のパターン、数字、またはスケールの値を識別することを特徴とする自動測量システム。

【請求項 6】 請求項 5 記載の自動測量システムにおいて、前記望遠光学系はオートレベルの視準望遠鏡であって、該視準望遠鏡は、標尺側から対物光学系、焦点調節光学系、補償・正立光学系、焦点板および接眼光学系と、前記前記補償・正立光学系と焦点板との間に配置された、接眼光学系への光束と前記撮像手段への光束とに分割する分割光学素子を備えている自動測量システム。

【請求項 7】 請求項 6 記載の自動測量システムにおいて、前記記憶手段には、焦点板の水平ラインおよびスタジアラインが形成されるであろう撮像素子の受光面上の座標が予め記憶されていて、該記憶された座標と前記撮像手段が撮像した画像の前記撮像素子の受光面上の座標とに基づいて各ラインに合致する目盛面の座標または目盛面上における各ラインの間隔を解析処理する自動測量システム。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれか一項記載の自動測量システムはさらに、前記解析手段が求めた測定値を記憶する記憶手段を備えている自動測量システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】

本発明は、主に水準の測量に使用される標尺、スタッフ、ロッドなどの目盛面に表示された尺度を電氣的な処理によって読み込むことができる自動測量システムに関する。

【0002】

【従来技術およびその問題点】

近年、水準測量において標尺の目盛の読みを電氣的に行うデジタルレベルあるいは電子レベルと称するレベルが数種から知られている。この種のデジタルレベルは、特殊コードをコーティングした専用スタッフを測定系に組み込み、専用スタッフにコーティングされた特殊コードを視準望遠鏡および電子撮像素子を介して撮像し、撮像した画像データを、マイコンなどの解析手段で解析してレベル、または距離を計測し、表示することを可能にしている。

【0003】

しかしながらこの種のデジタルレベルは、従来の汎用（市販）スタッフを使用した場合は汎用スタッフに表示された目盛り、数字などを解析または識別することができないので、専用スタッフ以外ではレベル、距離の自動読み取りが出来ないという問題があった。一方、専用スタッフを使用した場合は、デジタルレベルの視準望遠鏡の接眼レンズを経由して目視測量することが出来ない、という問題があった。

【 0 0 0 4 】

【発明の目的】

本発明は、かかる従来のデジタルレベルの問題に鑑みてなされたもので、汎用のスタッフを使用してレベル、距離などの自動読み込みが可能な自動測量システムを提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【発明の概要】

この目的を達成する本発明は、望遠光学系と、該望遠光学系によって視準された標尺の目盛面の像を撮像して電氣的な画像データに変換する撮像手段と、標尺の目盛面の所定のパターン、数字、またはスケールに関する識別データを格納した記憶手段と、前記撮像手段が撮像した標尺の画像データと前記記憶手段から読み出したパターン、数字、またはスケールに関する識別データに基づいて、該撮像した標尺のパターン、数字、またはスケールを解析し、識別して測量値を得る解析手段と、を備えたことに特徴を有する。

そして本発明の自動測量システムは、複数の種類の標尺の前記パターン、数字、またはスケールに関する識別データが格納された記憶手段と、使用する標尺に対応する前記識別データを選択する選択手段を備え、前記解析手段は、該選択手段によって選択された標尺の種別に応じた識別データを前記記憶手段から読み出して使用する構成にする。この構成によれば、使用する標尺の標尺のパターン、数字、またはスケールに関する識別データを記憶手段に記憶させれば、種々の汎用の標尺を使用することができる。

そして、解析手段が解析し識別した測量値を表示手段に表示させる。この表示によって、作業者は測量値を確実に知り、野帳に転記することができる。

解析手段は、前記標尺の画像データから標尺の幅方向の画像データ占有量、または所定のパターン、数字、またはスケールの像の幅または高さ方向の画像データ占有量、例えば撮像手段上における幅または高さ方向の占有ピクセル数を判別して、占有ピクセル数に応じて解析するパターン、数字、またはスケールを選択することが望ましい。この構成によれば、撮像手段上に形成された像に応じて最適なパターン、数字、またはスケールを使用して有効な測量値を得ることができる。

【 0 0 0 6 】

【発明の実施の形態】

以下図面に基づいて本発明を説明する。図 1 は、本発明の測量システムを適用したデジタルレベルの実施の形態における光学系の構成を示す図である。

【 0 0 0 7 】

このデジタルレベル 1 0 は視準望遠鏡 1 1 として、視準物側から、対物レンズ群（対物光学系）L 1、焦点調節レンズ群（焦点調節レンズ群）L 2、補償・正立光学素子（補償・正立光学系）L 3、第 1 の光束分割光学素子（分割光学系）L 4、焦点板 1 3 および接眼レンズ（接眼光学系）L 5 を備えている。この視準望遠鏡 1 1 によってスタッフを視準すると、そのスタッフの目盛面の像が、正立実像として焦点板 1 3 上に形成される。作業者は、接眼レンズ群 L 5 を介して、焦点板 1 3 上に形成されたスタッフの像を観察する。焦点板 1 3 には、通常、十字線（垂直ライン、水平ライン）、およびスタジアライン（アップスタジアラインおよびロアスタジアライン）が形成されている。作業者は、接眼レンズ群 L 5 を介して、垂直、水平ライン、アップ、ロアスタジアが重なったスタッフの目盛面の像を目視し、スタッフのパターン、数字、スケールなどを読み取って測量値を得る（図 4 参照）。なお、補償・正立光学素子 L 3 としては、例えば吊りコンペンセータ正立プリズムなどが使用される。

【 0 0 0 8 】

このデジタルレベル 1 0 は、焦点検出用の A F ラインセンサ 1 5 と、スタッフの目盛面を撮像する撮像手段としてエリアセンサ 2 1 を備えている。第 1 の光束分割光学素子 L 4 に入射した光束は、分割面 L 4 D を透過して接眼レンズ L 5

に向かって進む光束と、分割面 L 4 D で反射されてセンサ 1 5、2 1 方向に進む光束とに分割される。センサ 1 5、2 1 方向に分割された光束は、第 2 の分割素子 L 6 に入射する。そして第 2 の分割素子 L 6 によって、その分割面 L 6 D を透過する光束と、分割面 L 6 D で反射される光束とに二分割される。図示実施の形態では、分割面 L 6 D を透過して第 2 の光束分割素子 L 6 から射出した光束を受光する位置に自動焦点調節用の A F ラインセンサ 1 5 を配置し、分割面 L 6 D で反射して第 2 の分割素子 L 6 から射出した光束を受光する位置にエリアセンサ 2 1 を配置してある。なお、これらのセンサ 1 5、2 1 の受光面は、焦点板 1 3 と等価な位置関係に設定されている。つまり、焦点板 1 3 に形成された像 i と、センサ 1 5、2 1 の受光面に形成された像 i_{15} 、 i_{21} とは等価である。

【0009】

A F ラインセンサ 1 5 はいわゆる位相差方式の焦点検出センサである。このデジタルレベル 1 0 は、詳細は図示しないがこの A F ラインセンサ 1 5 を含む自動焦点調節装置を備えている。自動焦点調節装置は、A F ラインセンサ 1 5 を介して焦点検出板 1 3 に対する視準物体の像、通常はスタッフの像の焦点状態であるデフォーカス量を求める演算手段と、演算手段が検出したデフォーカス量がほぼ 0、すなわち視準物体の像が焦点検出板 1 3 と一致する合焦状態となるように、焦点調節レンズ群 L 2 を光軸に沿って移動させるレンズ駆動手段を備えている。またこのデジタルレベル 1 0 は、焦点調節レンズ群 L 2 を手動で移動させて焦点調節する手動焦点調節機構を備えている。

【0010】

図示実施の形態では第 2 の光束分割素子 L 6 の分割面 L 6 D によって光束を前方（測定物方向）に反射しているが（図 2 の（A）参照）、反射方向はこれに限定されない。例えば、図 2 の（B）に示すように横方向に反射する構成としてもよく、あるいは後方に反射する構成としてもよい。また、A F ラインセンサ 1 5 とエリアセンサ 2 1 の配置を入れ替えてもよい。

【0011】

このデジタルレベル 1 0 のデジタル測量系の主要回路構成について、図 3 を参照して説明する。エリアセンサ 2 1 の受光面は、焦点板 1 3 と等価な位置に

配置されている。つまり、視準望遠鏡 1 1 によってスタッフを視準しているときは、そのスタッフの目盛面の像がエリアセンサ 2 1 の受光面に形成される。エリアセンサ 2 1 は、受光面に形成された像を各受光素子によって電氣的な画素信号に変換して画素単位で出力する。エリアセンサ 2 1 としては、いわゆる CCD 撮像素子、MOS 型撮像素子などを使用できるが、本実施の形態ではエリアセンサ 2 1 として、一般的な、白黒正方面素の全画素読み出し型の CCD エリアセンサ（イメージセンサ）を使用している。

【 0 0 1 2 】

エリアセンサ 2 1 の撮像動作、例えば不要電荷の掃き出し、電荷の蓄積（撮像）、蓄積電荷の出力（画素信号出力）など一連の動作は、タイミングジェネレータ 2 3 から出力されるクロックパルスによって制御される。

【 0 0 1 3 】

エリアセンサ 2 1 から出力された画素信号は、ヘッドアンプ・A/Dコンバータ 2 5 によって増幅されてディジタル画素信号に変換される。そしてヘッドアンプ・A/Dコンバータ 2 5 から出力されたディジタル画素信号は、第 1 メモリー（フレームメモリー）2 7 にディジタル画素データとして逐次書き込まれ、1 画面分のディジタル画像データとして保存される。

【 0 0 1 4 】

第 1 メモリー 2 7 に書き込まれた 1 画面分のディジタル画像データは、画像信号処理回路 3 1 によって読み出され、所定の処理が施され、解析手段としてのメイン CPU 3 5 によって所定の画像解析がなされる。メイン CPU 3 5 は、画像解析処理によってエリアセンサ 2 1 が撮像したスタッフの目盛面の画像情報を解析し、識別してレベル、距離を求める。そしてメイン CPU 3 5 は、求めたレベルまたは距離に関するデータを表示パネル 3 7 に表示して作業者に知らせる。なお、第 2 メモリー 2 9 は、画像解析のためのワークエリアとしても使用されるメモリーである。

【 0 0 1 5 】

EEPROM 3 3 には、調整基準値、温度補償係数など通常の測量に必要な補正情報と、スタッフの目盛面のパターン、数字、またはスケールを解析、識別す

るために必要なデータが、複数のスタッフについてスタッフN0.データとして書き込まれている。

【0016】

以上のデジタル測量（レベル、距離の自動読み込み処理）は、デジタル測量開始キーがオン操作されたときにメインCPU35が、作業者が予めキーボード39を介して選択したスタッフコード情報に対応するデータをEEPROM33から読出して実行する。なお、このレベル、距離の自動読み込み処理を実行する前に、正確な測定を可能にするため、自動焦点調節装置によって合焦させておくか、作業者が手動で焦点調節しておく。

【0017】

また、本発明の実施の形態は2系統の独立した電源41、43を備えている。第1の電源41は自動焦点調節装置用の電源であり、第2の電源43はこのデジタル測量回路用の電源である。このように電源を2系統用意することで、第1の電源が使用不能になっても、手動による焦点調節の後第2の電源によって自動読み込み処理が可能であり、万一第2の電源が使用不能になっても、第1の電源によって自動焦点調節装置を作動させて目視による測量が可能である。なお、電源を単一にすれば、測量機の小型軽量化を図ることができる。

【0018】

次に、デジタルレベル10によって自動認識可能な、測量に広く使用されている汎用のスタッフの構成について説明する。汎用スタッフにもいろいろな種類（等級、材質）、いろいろな表示（文字列、パターン、スケール）のものがあるが、一例として最も汎用的な簡易水準用の第1のスタッフ101の構成について説明する。第1のスタッフ101は最高5mまで測量可能なアルミ製の3段引出し式の箱尺であって、最上段の最も幅狭段の幅が40mmである。

【0019】

図4には、視準望遠鏡11の視野51において観測される第1のスタッフ101の目盛面（表示面）の様子を示してある。この第1のスタッフ101の目盛表示は、遠距離用パターン102、遠距離用の大きな文字列103、近距離用の小さな文字列104及び10mmピッチのスケール105からなる。なお、通常、ス

スタッフ101の目盛面の地色は白色、遠距離用パターン102、文字列103、104、スケール105は黒色または赤色である。

【0020】

大きな文字列103の各数字の文字高は50mmであり、小さな文字列104の各数字の文字高は5mmである。文字列103、104の各数字の上辺とスケール105の目盛り（黒帯）の上辺とは、スタッフ101が鉛直に設置されたときに同一水平上に位置するように設定されていて、この上辺より上方がその数字の桁の値になる。

【0021】

遠距離用パターン102は、大きな文字列103の各文字の上部に付された黒丸であって、黒丸1個は1000mm（1m）台であることを示している。例えば図4の黒丸3個は3000mm（3m）台であることを表示し、図7の黒丸2個は2000mm台であることを表示している。大きな文字列103は1桁の数字で構成され、単位は100mm（10cm）である。例えば図4の大きな文字列103の数字「2」は $2 \times 100 = 200$ mm台であることを示している。なお、図4の場合、大きな文字列103の文字「2」の上部に遠距離用パターン102として黒丸3個が付されているので、この大きな文字列103の数字2は $3000 + 200 = 3200$ mm台を示していることが分かる。

【0022】

小さな文字列104は3桁の数字で示され、単位は10mm（1cm）である。例えば、図4において小さな文字列104の3桁の数字「323」は $323 \times 10 = 3230$ mm（323cmまたは3m23cm）であることを示している。10mmピッチスケール105は5mm単位で形成された明暗の帯の繰り返しである。なお、目視による測量的場合、通常、近距離においては白または黒帯の幅5mmの $1/5$ 、すなわち1mmまで読み取るが、本発明の実施の形態の場合は所定の端数演算によって、1mmより小さい値を読み取ることができる。

【0023】

目視による測量的場合、作業者は、このような視準望遠鏡11の視野において、レベル（水準高さ）は水平ライン53が位置する第1のスタッフ101の目盛

面の遠距離用パターン102、文字列103、104の数字および水平ライン53が重なるスケール105から読み取り、所定の数式に代入して演算する。距離は、上下のスタジアライン54、55間のスケール105の個数を読みとり、次に端数演算を実行する。そして求めた値を所定の数式に代入して演算して求める。なお、図において符号52は十字線の垂直ラインであり、垂直ライン52と水平ライン53の交点を視準望遠鏡11の視準軸（光軸）が通る。

【0024】

視準望遠鏡11の視野51は、視準望遠鏡11の視野絞りによって規制され、通常、図4に示すような円形になる。エリアセンサ21の有効受光領域は視野51と同等の円内としてもよいが、エリアセンサ21の有効受光領域は通常長方形なので、エリアセンサ21の有効受光領域内に完全に視野51が含まれるように、あるいは有効受光領域に視野51が内接または外接するように構成してもよい。

【0025】

ここで、レベルは、水平ライン53と重なる第1のスタッフ101の目盛（遠距離用パターン102、文字列103、104の数字および水平ライン53）を解析して識別し、さらに端数演算すれば求めることができる。つまり、パターン102の値をa、大きな文字列103の値をb、スケール1サイクルの個数（サイクル数）をc、スケール105に基づいて端数演算方法によって演算した端数をdとすると、レベル（mm）は下記式（1）によって演算できる。

$$\text{レベル} = a \times 1000 + b \times 100 + c \times 10 + d \times 1 \quad \dots (1)$$

【0026】

また、距離は、アッパスタジアライン54、ロアスタジアライン55間に含まれる第1のスタッフ101のスケール105の明暗像の個数を計測することにより求めることができる。つまり、アッパスタジアライン54に最も近いパターン102の値をa_u、大きな文字列103の値をb_u、大きな文字列103の基準位置からアッパスタジアライン54までのスケール105の明暗像1サイクルを1個とした個数をc_u、端数演算方法によって演算した1サイクル未満の端数をd_uとする。同様に、ロアスタジアライン55に最も近いパターン102の値を

a 1、大きな文字列の値を b 1、大きな文字列 1 0 3 の基準位置からアップスタジアライン 5 4 までのスケール 1 0 5 の明暗像 1 サイクルを 1 個とした個数を c 1、端数演算方法によって演算した 1 サイクル未満の端数を d 1 と端数演算方法によって演算すると、距離 (mm) は下記式 (2) によって演算できる。

$$\text{距離} = S c \times \{ (a u - a 1) \times 1 0 0 0 + (b u - b 1) \times 1 0 0 + (c u - c 1) \times 1 0 + (d u - d 1) \times 1 \} \quad \dots (2)$$

だし、S c はこのデジタルレベル 1 0 (視準望遠鏡 1 1) のスタジア乗数である。

【 0 0 2 7 】

本発明の実施の形態におけるスタジア測量において端数 d u、d 1 を求める端数演算方法は次の通りである。まず、アップ、ロアスタジアライン 5 4、5 5 間に含まれるスケールの 1 サイクルの数が整数となるようにアップおよびロアスタジア間隔を画素単位で広げ、または狭めて整数となったスタジア間隔を拡張スタジア間隔とし、拡張した画素数を d u - d 1 として求める処理である。このように拡張スタジアを求めた場合の拡張スタジア乗数 S c' は、

対物焦点距離 / 拡張スタジア間隔
となる。

【 0 0 2 8 】

ここで、図示デジタルレベル 1 0 の場合、対物レンズ群 L 1 から入射した光束を焦点板 1 3 を通過する前に分割し、エリアセンサ 2 1 に導いている。したがってエリアセンサ 2 1 には、水平ライン 5 3 およびスタジアライン 5 4、5 5 の像が形成されない。そこで、水平ライン 5 3 およびスタジアライン 5 4、5 5 の像が形成されるであろうエリアセンサ 2 1 の座標 (垂直方向画素位置) を予め測定し、測定した座標 (i、j 0)、(i、j a)、(i、j b) を E E P R O M 3 3 に書き込んである。そしてデジタル測量の際に、E E P R O M 3 3 から座標 (i、j 0)、(i、j a)、(i、j b) を読み出して使用する。

【 0 0 2 9 】

エリアセンサ 2 1 の受光面における各ライン 5 3、5 4、5 5 の座標の測定および設定 (基準の転写調整処理) の一例について、図 5 を参照して説明する。ま

ず、視準望遠鏡 11 の L2 を無限遠合焦位置に調整し、視度調整を行った後、平行光を射出する照明光源 23 を、接眼レンズの前側主点位置に配置する。次に、視準望遠鏡 11 の対物レンズ群 L1 直前に、コーナーキューブ 23 を配置して鏡筒の固定する。この状態で、照明光源 25 を点灯させると、接眼レンズ L5 から入射し、焦点板 13 を透過した照明光が、さらに第 1 の光束分割光学素子 L4、補償・正立光学素子 L3、焦点調節レンズ群 L2 および対物レンズ群 L1 を透過し、コーナーキューブ 25 に入射し、反射して対物レンズ群 L1、焦点調節レンズ群 L2、補償・正立光学素子 L3 を逆行し、第 1、第 2 の光束分割プリズム L4、L5 で反射されてエリアセンサ 21 に入射し、焦点板 13 の転写暗転像 13i をエリアセンサ 21 に形成する。この転写暗転像 13i をエリアセンサ 21 で撮像し、暗像の光電変換値の最小値アドレス（ライン像の中央値）を、画素ピッチよりも小さい値まで内挿演算を実行して高精度に算出して、各ライン 53、54、55 のアドレスを決定する。そして、各ライン 53、54、55 の座標データ（アドレス）を EEPROM 33 に書き込んで基準の転写調整処理を終了する。このようにして測定され、EEPROM 33 に書き込まれた座標データは、レベル、距離を自動測量する際に読み出され、使用される。

【0030】

以上の構成からなる本発明の実施の形態は、図 3 に示したように視準される第 1 のスタッフ 101 の目盛面の像をエリアセンサ 21 によって撮像し、ヘッドアンプ・A/D コンバータ 25 によってデジタル画像データに変換し、画像信号処理回路 31、メイン CPU 35 によって画像解析して、精度の高いレベルおよび距離を演算し、ディスプレイ 37 に表示し、また自動測量データとして記憶または外部機器に出力することに特徴を有する。

【0031】

ここで、測量に使用するスタッフ 101 が 1 m から約 5 m の水準高を表示する第 1 のスタッフ 101 であれば、1000 mm (1 m) 台の表示をパターン 102 で識別し、100 mm 台の表示をスケール 105 の 1 周期 10 mm の 5 倍の 50 mm の高さの大きな文字列 103 で識別し、10 mm 台は小さな文字列 104、スケール 105 により識別し、1 mm 台およびそれ以下はスケール 105 を端数演算方法によっ

て処理して求める。

【0032】

オートレベルの機能上、対物レンズ群のズーム化は水平精度の低下を招くので困難であるから、固定倍率の視準望遠鏡によって得られた画像データからスタッフ目盛面の画像を解析しなければならない。したがって、スタッフの設置距離によって撮像画面におけるスタッフ像の占有画素数、あるいは像幅が相違する。その様子を図6 (A) ~ (F) に示した。同図6において、(A) は距離100m、(B) は距離50m、(C) は距離20m、(D) は距離10m、(E) は距離5m、(F) は距離2mの場合のスタッフの像幅と撮像画面、つまりエリアセンサ21の受光面上における視野絞りの径（視野径）との関係を示している。図6において、撮影画面における視野径は6.3mm、幅方向、つまり水平方向のスケール21cの1目盛りは0.3mmである。

また、各距離に配置した第1のスタッフ101の最上段、幅(40mm)がエリアセンサ21の受光面上に形成される像面幅(mm)と像面におけるスケール105の周期幅(mm)およびスケール105の占有画素(個)との関係を表1に示した。

【0033】

【表 1】

距離 (mm)	像面幅 (mm)	スケール周期幅 (mm)	スケール占有ピクセル (数)
100	0.108	0.027	5
50	0.216	0.054	11
20	0.544	0.136	29
10	1.096	0.274	58
5	2.236	0.559	120
2	5.904	1.476	317

【0034】

このように、第1のスタッフ101までの距離によって第1のスタッフ101の目盛面の各表示要素の像がエリアセンサ21の受光面を占める比率が変化するので、距離によって認識できる表示要素が変動し、大きな文字列103、または小さな文字列105の認識ができたりできなかったりする。例えば、第1のスタッフ101の設置場所が近距離の場合は撮像した第1のスタッフ101の像が大きすぎて、あるいは撮像領域が狭すぎて、撮像画面内にパターン102または大きな文字列103が含まれず、これらを識別できない場合もある。逆に第1のスタッフ101の設置場所が遠距離の場合は第1のスタッフ101の像が小さ過ぎて、表示要素の像が占める画素数が少な過ぎて小さな文字列104の識別が困難になる場合もある。さらに、大きな文字列は近距離では占有画素数が多過ぎて識別処理に要する時間が長くなり、小さな文字列は遠距離では占有画素数が少な過ぎて識別精度が低くなる場合がある。そこで本発明の実施の形態では、撮像したスケールの像幅方向の占有画素数に応じて識別する表示要素の切替えを行う。

【0035】

本発明の実施の形態では、スタッフ像の幅方向の占有画素数に応じて識別するパターン 1 0 2、文字列 1 0 3、1 0 4、スケール 1 0 5 を変更する。つまり、第 1 のスタッフ 1 0 1 の像の幅方向の占有画素数を所定数を境界値として占有画素多数領域と占有画素少数領域とに分け、占有画素少数領域ではパターン 1 0 2、大きな文字列 1 0 3 およびスケール 1 0 5 を解析、識別するアルゴリズムを、占有画素多数領域では小さな文字列 1 0 4 およびスケール 1 0 5 を解析、識別するアルゴリズムを予め設定しておく。そして、測量に際して、検出したスタッフ像の幅方向の占有画素数に対応するアルゴリズムに切り替えて、パターン 1 0 2、大きな文字列 1 0 3 およびスケール 1 0 5、または小さな文字列 1 0 4 およびスケール 1 0 5 の値を識別し、水準レベル（高さ）または距離を求める。

【 0 0 3 6 】

小さな文字列 1 0 4 および大きな文字列 1 0 3 の像の大きさはそれぞれ、スタッフ 1 0 1 の像幅に比例する。そこで、各文字列 1 0 3、1 0 4 の 0 ～ 9 の数字を所定の縦画素数×横画素数に分解し、二値化ブロックデータに変換したリファレンス文字をテーブル化して E E P R O M 3 3 に書き込んでおく。そして、エリアセンサ 2 1 を介して得たスタッフの像幅に対応する大きさのリファレンス文字の二値化ブロックデータを読み出して、エリアセンサ 2 1 で撮像した画素データから切り出した対応する大きさのブロックデータと、例えばパターンマッチング法によって文字解析を行い、パターン 1 0 2、大きな文字列 1 0 3、または小さな文字列 1 0 4 の数字を認識する。

さらに、スケール 1 0 5 を端数認識方法で認識する。

【 0 0 3 7 】

占有画素多数領域のアルゴリズムでは、スタッフ像の幅に基づいて小さな文字列 1 0 4 を含むであろう幅で縦方向の画素データを読み込み、小さな文字列 1 0 4 の 3 桁の数字が 1 0 mm 単位で変化する法則に合致しているのを確認し、確認できたら小さな文字列 1 0 4 に対応する読み出しブロックデータを指定して文字解析を行う。

【 0 0 3 8 】

占有画素多数領域のアルゴリズム同様に、パターン 1 0 2 および大きな文字列

1 0 3 が法則に合致しているのを確認した後、パターン 1 0 2、大きな文字列 1 0 3 を解析し、認識する。

【 0 0 3 9 】

このように、占有画素多数領域のアルゴリズムに切り替えた場合、第 1 のスタッフ 1 0 1 の目盛面に水準高さ方向に 1 0 mm 単位で表示している 3 桁表示の小さな文字列 1 0 4 による数値を認識することで、1 0 0 0 mm、1 0 0 mm および 1 0 mm 台まで認識し、さらに 1 mm 台とそれ以下の値をスケール 1 0 5 の認識および演算により求めることで、高精度な測定可能にしている。

占有画素少数領域のアルゴリズムに切り替えた場合は、パターン 1 0 2、大きな文字列 1 0 3 およびスケール 1 0 5 を認識することで 1 0 0 0 mm 台、1 0 0 mm 台および 1 0 mm 台まで認識し、端数演算方法によって 1 0 mm 以下の値まで求めることで、高精度な測定を可能にしている。

【 0 0 4 0 】

本発明の実施の形態では、第 1 のスタッフ 1 0 1 の像がエリアセンサ 2 1 を占める占有画素数認識する文字列 1 0 3、1 0 4 を切り替える。ここで、視準望遠鏡の対物レンズ群 L 1 の焦点距離とスタッフ 1 0 1 の設置距離に依存する。つまり占有画素数は距離に略反比例する。そこで、スタッフ 1 0 1 の幅方向の占有画素数を検出し、占有画素数が多数占有領域なのか少数占有領域なのかを判別して、パターン 1 0 2、大きな文字 1 0 3 およびスケール、または小さな文字 1 0 4 およびスケール 1 0 5 のいずれかを選択する。

本実施の形態では、占有画素数 6 0 個未満、距離に換算して約 1 0 m 以上を多数占有領域とし、占有画素数 6 0 個以上、距離に換算して約 1 0 m 未満を少数占有領域として設定してある。

【 0 0 4 1 】

また、スタッフの像の幅方向の画素数を計測して、画素数と距離との関係のテーブルからおよその距離を求めることができる。ただし、スタッフの幅は同一のスタッフでも多段引出し式の場合は段によって異なる。そこで、スタッフコード NO. に対応するスタッフデータとして、スタッフの幅、複数段有する場合は各段毎のスタッフの幅に関する値を E E P R O M 3 3 に書き込み、何段目を視準して

いるかを、例えば使用者が入力する構成とすることで、より精度の高い自動測量が可能になる。

【0042】

なお、スタッフまでの距離は、合焦状態における焦点調節レンズ群L2の光軸方向位置から測定することもできるので、焦点調節レンズ群L2の位置検出手段を設けて、この位置検出手段を介して検出した焦点調節レンズ群L2の位置によって第1のスタッフ101が少数占有領域にあるのか多数占有領域にあるのかを決定してもよい。

【0043】

次に、占有画素少数領域におけるレベル測量における大きな文字列103の選択方法について、図7を参照して説明する。図は、2000mm台の大きな文字列103の数字「6」、「5」、「4」が撮像された場合を示している。また図7において、横軸は水平ライン53、縦軸は垂直ライン52である。

【0044】

大きな文字列103の数字の上辺の垂直方向座標 j_{max} ($j_{max1} \sim j_{max3}$) と、水平ライン53との間隔を求める。例えば、水平ラインの座標は (i, j_0) なので、式、 $j_{max} - j_0$ によって求めることができる。なお、 j_{max} が j_0 以下のときは、式、 $j_0 - j_{max}$ によって求める。そして、数字の垂直方向座標 $j_{max1} \sim j_{max3}$ と、水平ライン53 (j_0) との差 (絶対値 $|j_{max} - j_0|$) が最も小さいものを選択する。スケール105を計測する際のデータ量を少なくするためである。なお、図において数字の水平方向の左端および右端の座標はそれぞれ i_{min} 、 i_{max} である。

【0045】

大きな文字列103の数字を選択したら、選択した数字の上辺の座標と水平ライン53との間に含まれるスケール105を、端数演算方法によって測定する。この端数演算方法の原理を、図8に示したレベル測量の場合を参照して説明する。図8は、理解を容易にするため、大きな文字列103の数字「5」を選択した場合を示している。

【0046】

『端数演算方法』

端数演算方法では、まず、数字「5」の上辺5ULのy座標（j_{max}）と、水平ライン53（j₀）の間に含まれるスケール105の明暗像の個数をカウントする。ここで、明暗像の個数が整数でなかった場合、つまり整数Nよりも大きくN+1未満であった場合は、水平ライン53を画素単位で、明暗像が整数個N+1になる1ピクセル手前までずらす。例えば、画素データを1画素ラインずつずらしながらチェックして、整数個となる明暗像の切り換わりデータが出現する座標を求める。ずらす方向は上方、下方いずれでもよいが、一般的には個数が増加する方向にずらす方が精度が高くなるので、個数が増加する方向にずらす。このようにして明暗像の数が整数個になったときの垂直方向の座標をj_{min}とすると、換算スケールはgとして式（3）により求めることができる。

$$g = (N) \times 10 / \{ (j_{\max} - j_{0\min}) \times p \} \quad \dots (3)$$

ここで、a=2、b=5、c=N+1なので、図8の水平レベルL0は、下記式（4）によって求めることができる。

$$L0 = 2 \times 1000 + 5 \times 100 + (N) \times 10 - g \times k \quad \dots (4)$$

ただし、k=j_{max}-j_{0min}つまりアドレス差である。

【0047】

以上の通り端数演算方法によって、レベルL0をスケール105の最小単位10mmよりもさらに小さい値まで自動読み込みできる。

【0048】

スタジア測量においても、占有画素小数領域の場合には、レベル測量の場合と同様にして、アッパ、ロアスタジアライン54、55の読み、つまり1000mm台の読みa_u、a_l、100mm台の読みb_u、b_l、10mm台の読みc_u、c_lおよび10mm台よりも小さい読みd_u、d_lを求め、その読みと拡張スタジア乗数S_cから距離を求めることができる。ここで、変数d_u、d_lはそれぞれ、g×(j_{umax}-j_a)、g×(j_{lmax}-j_b)である。ただし、j_{umax}はアッパスタジアライン54に最も近い大きな文字列103の数字の上辺からの明暗像の数が整数個になったときの拡張アッパスタジアライン54eの座標、j_{lmax}はロアスタジアライン55に最も近い大きな文字列103の数字の上辺からの明暗像の数が整数

個になったときの拡張ロアスタジアライン 55e の座標である。

【0049】

占有画素多数領域の場合のスタジア測量（距離測量）における端数演算方法について、さらに図9に示したタイミングチャートを参照して説明する。この実施の形態は、スタジアライン 54、55 間に含まれるスケール 105 の個数を計測してスタジア間隔を求めることに特徴を有する。

図9は、距離測定の際のエリアセンサ 21 の垂直方向の走査タイミングチャートを示していて、第1のスタッフ 101 の目盛面の下から上に向かって走査している。(A) はスケール 105 に関する最小目盛の取り込み信号、(B) は垂直方向一列分の画素配列、(C) は各画素のサンプリング信号であって、輝度を示している。(D) はサンプリング信号を画素単位で二値化して矩形処理した方形波、(E) はエリアセンサ 21 の画素列、(F) は基準スタジアラインの座標および拡張スタジアラインの座標を示している。

【0050】

基準スタジアとは、視準望遠鏡の対物光学系の焦点距離をその望遠鏡のスタジア乗数 S_c で除した値（焦点距離／スタジア乗数）で定義したスタジア間隔である。

拡張スタジアとは、基準スタジア間に含まれるスケール像（明暗像）の数が整数になるように基準スタジアの間隔を拡張した（狭め、または広げた）後のスタジア間隔であり、このときの拡張スタジア乗数 $S_{c'}$ は、すでに述べたように、

焦点距離／拡張スタジア間隔

である。

【0051】

図9において、矩形波のハイレベル部分がスケール 105 の黒帯部分の像高であり、矩形波のローレベル部分がスケール 105 の白部分の像高である。そこで、先ず、スタジアライン 54、55 間に矩形波が整数個含まれるかどうかを計測する。図9では、矩形波のハイレベルが2個、ローレベルが3個しか含まれていない。そこで、アップスタジアライン 54 およびロアスタジアライン 55 のアドレスを移動させてハイレベルおよびローレベルが同数個含まれるアドレスを検出

する。図9ではアップスタジアライン54をm個、ロアスタジアライン55をn個移動させると、移動後の拡張スタジアライン54e、55e間に矩形波のハイレベルおよびローレベルが同数（3個）含まれる。

【0052】

基準スタジアラインとスケールとが異なる態様で重なる場合のタイミングチャートを図10（A）～（D）に示した。まず、図10（A）の場合について説明する。アップスタジアライン54のレベルがローレベルのときはアップスタジアライン54のアドレスJaを減ずる方向にアップスタジアライン54を移動させ、ハイレベルになるアドレスJaeを拡張アップスタジアライン54eのアドレスとする。一方、ロアスタジアライン55のレベルがハイレベルのときはロアスタジアライン55のアドレスJbを減ずる方向に移動させて、レベルがローレベルになり、次にハイレベルになる直前のアドレスJbeを拡張ロアスタジアライン55eのアドレスとする。このとき、スタジアライン54、55間のハイレベルの個数は拡張スタジアライン54e、55eでも変わりなく、拡張スタジア間隔の端数演算式は、下記の通りになる。

【0053】

拡張スタジア間隔＝ハイレベルの個数×10(mm)＋(Ja－Jae)＋(Jb－Jbe)×g (mm)・・・(5－1)

となる。メモリー内のデータレベルにおけるハイレベルの個数はピクセル1個がハイレベルでもハイレベルカウントの寄与するので、基準スタジア間隔と拡張スタジア間隔共にハイレベルの個数が同数になるように、かつ同数の整数サイクルになるように拡張する。この方法によれば、他の場合もスタジア間隔内のハイレベルの個数は拡張スタジア間隔内でも変化がなく、スタジア間隔を維持できる。

なお、拡張スタジア間隔のアドレス差(Jae－Jbe)で、ハイレベルの個数×10(mm)を割った値をg(mm)とすると、

$$g = (\text{ハイレベルの個数} \times 10(\text{mm})) / (Jae - Jbe)$$

が1ピクセルの換算スケールになる。以下の拡張スタジア間隔の式においても同様である。

【0054】

図10(B)は、アッパスタジアライン54のアドレスJaを増加する方向に移動し、ロアスタジアライン55のアドレスJbも減ずる方向に移動する実施例を示している。この場合の拡張スタジア間隔の端数演算式は、下記の通りになる。

$$\text{拡張スタジア間隔} = \text{ハイレベルの個数} \times 10(\text{mm}) + (J_{ae} - J_a) + (J_b - J_{be}) \times g(\text{mm}) \cdots (5-2)$$

図10(C)は、アッパスタジアライン54のアドレスJaを減ずる方向に移動し、ロアスタジアライン55のアドレスJbも減ずる方向に移動する実施例を示している。この場合の拡張スタジア間隔の端数演算式は、下記の通りになる。

$$\text{拡張スタジア間隔} = \text{ハイレベルの個数} \times 10(\text{mm}) + (J_a - J_{ae}) + (J_b - J_{be}) \times g(\text{mm}) \cdots (5-2)$$

図10(D)は、アッパスタジアライン54のアドレスJaを増加する方向に移動し、ロアスタジアライン55のアドレスJbも減ずる方向に移動する実施例を示している。この場合の拡張スタジア間隔の端数演算式は、下記の通りになる。

$$\text{拡張スタジア間隔} = \text{ハイレベルの個数} \times 10(\text{mm}) + (J_{ae} - J_a) + (J_b - J_{be}) \times g(\text{mm}) \cdots (5-2)$$

【0055】

このようにして求めた拡張スタジア間隔から、スタジア距離を下記式によって求めることができる。

$$\text{スタジア距離} = \text{焦点距離} / \text{拡張スタジア間隔}$$

【0056】

また、端数演算によって求めたスケール読み値をrとし、アッパ、ロアスタジアライン54、55の読み値をLa、Lb、パターン102、大きな文字列103、小さな文字列104、スケール105およびスケール105のサイクル数および端数をそれぞれ、Au、Bu、Cu、Du、Al、Bl、Cl、Dlとすると、

$$L_a = 1000 \times A_u + 100 \times B_u + 10 \times C_u + 1 \times D_u$$

$$L_b = 1000 \times A_l + 100 \times B_l + 10 \times C_l + 1 \times D_l$$

$$r = 1000 \times (A_u - A_l) + 100 \times (B_u - B_l) + 10 \times (C_u - C_l) + 1 \times (D_u - D_l)$$

-D1)

【0057】

ここで、同じ文字を基準にしてLa、Lbを計算する場合、

$$(Au-A1) = (Bu-B1) = 0$$

となるので、単純に読み値rは

$$r = 10 \times (Cu-C1) + 1 \times (Du-D1)$$

となる。したがって、同じ文字を基準にしてLa、Lbを計算する場合は文字認識は必要ない。

【0058】

さらに図10に示した本実施の形態においては、拡張スタジア間隔をスケールのサイクル個数によって測定し、端数演算処理によってスケールのサイクル個数の端数まで求めているので、遠近にかかわらず、距離測定においては文字パターンの識別は不要である。

【0059】

オートレベル10に搭載した自動測量システムのデジタル測量動作について、図11に示したフローチャートを参照して説明する。このフローチャートの動作は、キーボード39を介して第1のスタッフ101に関するスタッフNO.が選択された状態で、自動測量開始キーがオン操作されたときに実行される。

【0060】

メインCPU35は、まず、EEPROM33からスタッフコードNO.を読み込む(S11)。このスタッフコードNO.は、使用者によって予め選択されたものである。

次に、タイミングジェネレータ23を介してエリアセンサ21に撮像動作させ、エリアセンサ21が撮像し、出力した画像信号をヘッドアンプ・A/Dコンバータ25でデジタル信号に変換し、1フレーム分の画像データを第1メモリー27に書き込む(S13、S15)。

【0061】

第1メモリー27から画像データを読み出して、スタッフ幅に相当する二値化データを確認する(S17)。スタッフ像の幅は、コントラスト演算を実行する

と、横方向（水平方向）のコントラストが変化する画素の座標値（maxとmin）の差（max-min）により算出できる。したがって、スタッフ像の幅が分かれば、スタッフ幅と各パターン、文字、スケールの幅の比に基づいて、パターンブロック、文字ブロック、スケールブロックの二値化ブロックデータ（デジタル画素データ）を切り出すことができる。

【0062】

このようにして求めた、スタッフ像の幅方向の占有画素数に応じて処理を分岐し（S19）、占有画素数に応じて、大きな文字列ブロックおよびパターンブロックデータ、または小さな文字列ブロックおよびパターンブロックデータに基づいた解析、認識処理を実行する。

【0063】

「多数占有領域の場合」

スタッフ像の占有画素数が多数領域（近距離範囲）に含まれる場合は、小さい文字列104の数字およびスケール105を認識する。垂直方向についてコントラスト演算をし、エリアセンサ21の垂直方向画素座標（j）における最大座標値（j max）と最小座標値（j min）および平均座標値を演算し、ブロック化して切り出したデジタル画素データから大きな文字列103、スケール105の文字種を識別する（S21）。なお、ここで画素アドレス（i、j）は、エリアセンサ21の受光面中心を原点（i0、j0）とし、水平方向をx軸、垂直方向をy軸とするx-y直交座標系の座標としてある。最大座標値（j max）、最小座標値（j min）は、各スケール、文字、パターンそれぞれの切り出しブロックデータ中のy軸方向の高輝度部分と低輝度部分の境界の座標であり、平均座標値は高輝度部分の中間の座標（max+min）／2である。

【0064】

そして、認識した文字種から、水平ライン53と重なるスケールの標尺の値、つまりメートル台の値a、10センチメートル台の値bおよびセンチメートル台の値cを決定する（S23）。

【0065】

次に、水平ライン53上の画素データ、つまり基準アドレス（i、j0）の画

素データを確認し、式、 $|j_{\max} - j|$ から、ミリ台以下の値 d を演算し、さらにこれらの値 a 、 b 、 c 、 d から水平レベル L_0 を式 (1) によって演算する (S25)

【0066】

次に、アップスタジアライン54のアドレス (i 、 j_a)、ロアスタジアライン55のアドレス (i 、 j_b) の画素データを確認し、端数演算方法によってスケール105の明暗像の端数も含めた個数を求める。

そして、式 (4) によりレベルおよび $(5-1)$ ないし $(5-4)$ により距離を演算する (S29)。

以上の処理によって計測されたレベル L_0 および距離をディスプレイ37に表示して処理を終了する (S31)。

【0067】

「少数占有領域の場合」

スタッフ像の占有画素数が少数領域 (遠距離範囲) に含まれる場合は、パターン102、大きな文字列103およびスケール105を認識する。垂直方向についてコントラスト演算をし、エリアセンサ21の垂直方向画素座標 (j) における最大座標値 (j_{\max}) と最小座標値 (j_{\min}) および平均座標値を演算し、ブロック化して切り出したデジタル画素データからパターン102、大きな文字列103およびスケール105を認識する (S34)。そしてつまり、まずパターン認識処理によってパターン102が何個あるかを認識し、認識した数によってメートル台の値 a を決定する (S35)。

次に、大きな文字列103の文字の認識処理によって10センチ台の大きな数字を認識し、10センチ台の値 b を決定する (S37)。

【0068】

水平ライン上の画素データ、つまり基準アドレス (i 、 j_0) の画素データを確認し、端数演算方法によってセンチ単位の値 c 、およびミリ単位以下の値 d を決定する (S39)。

【0069】

同様にアップスタジアライン54のアドレス (i 、 j_a) を確認し、式、 $|j_m$

$ax - j a |$ からセンチ単位の値 $c u$ 、ミリ単位以下の値 $d u$ を決定し、アップスタジア値 $L a (a u, b u, c u, d u)$ を演算する (S 4 1)。

【0070】

同様にロアスタジアライン 5 5 のアドレス ($i, j b$) を確認し、式、 $| j \max - j b |$ からセンチ台の値 $c l$ 、ミリ台の値 $d l$ 以下を決定し、ロアスタジア値 $L b (a l, b l, c l, d l)$ を算出する (S 4 3)。

式 (1) によってレベルを演算し、アップスタジア値 $L a$ およびロアスタジア値 $L b$ から式 (2) により距離を演算する (S 4 5)。

以上の処理によってレベルおよび距離の自動測量値が確定するので、確定したレベルおよび距離をディスプレイ 3 7 に表示して処理を終了する (S 4 7)。

【0071】

以上の通りデジタルレベル 1 0 によれば、目標視準物体である第 1 のスタッフ 1 0 1 の目盛面の情報を読み込み、解析してレベルおよび距離を演算し、ディスプレイ 3 7 に表示するので、作業者は、測量地点に設定した第 1 のスタッフ 1 0 1 を視準望遠鏡 1 1 で視準するだけで、正確なレベルおよび距離を測定することができる。

なお、距離は、

【0072】

本実施の形態ではレベルおよび距離を表示するが、さらにこれらの値を、着脱可能な不揮発性メモリーに記憶し、また外部情報機器、例えばパソコンに出力するように構成することもできる。

【0073】

次に、本発明のデジタルレベル 1 0 によって他のスケールを使用する場合の実施の形態について説明する。図 9 には、スケールが 1 0 0 mm 単位で千鳥格子状に配置されたいわゆる欧州スタッフの一例を示してある。この第 2 のスタッフ 2 0 1 の目盛面には、中央ライン 2 1 1 を挟んで、右側には縦に並んだ E 文字と千鳥状のスケールとからなる E 型パターン 2 0 2 と、2 桁の奇数数字 2 0 6 が配置され、左側には縦に並んだ反転 E 文字と = 符号とからなる反転 E 型パターン 2 0 3 および 2 桁の偶数数字 2 0 7 が表示されている。

【 0 0 7 4 】

1 m から約 5 m の水準高さを表示する第 2 のスタッフ 2 0 1 であれば、1 0 0 0 mm 台の値 a、1 0 0 mm 台の値 b を数字 2 0 6、2 0 7 で読み取り、その間の 1 0 mm 台の値 c を 1 周期 2 0 mm のパターン 2 0 2、2 0 3 で読み取り、1 0 mm 以下の値 d は、まず画素単位で読み取り、さらに画素単位以下を端数演算によって求める。そしてレベルは、水平ライン 5 3 について求めた測定値 a、b、c、d を前記式 (1) に代入して求める。距離はアップスタジアライン 5 4、ロアスタジアライン 5 5 それぞれについて求めた測定値 a u、b u、c u、d u、および測定値 a 1、b 1、c 1、d 1 を前記 (2) に代入して求める。なお、第 2 のスタッフ 2 0 1 の目盛面のデータは、予めスタッフの種別に応じたデータとして E E P R O M 3 3 に書き込まれている。

【 0 0 7 5 】

この実施の形態においても、第 2 のスタッフ 2 0 1 の目盛面の像をエリアセンサ 2 1 を介して読み取り、2 5 によってデジタル信号に変換し、画像信号処理回路 3 1、メイン C P U 3 5 によって画像解析して精度の高いレベルおよび距離を演算し、ディスプレイ 3 7 に表示する。ただし、この第 2 のスタッフ 2 0 1 の場合は、表示 2 0 2 ~ 2 0 7 の大きさに大差がないので距離にかかわらず識別性は同等であるから、遠距離でも近距離でも同一のアルゴリズムによって識別できる。このデジタルレベル 1 0 の動作原理について、図 1 4 に示したフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 7 6 】

まず、選択されたスタッフ N O . に対応するコードを読み込み (S 5 1)、エリアセンサ 2 1 を駆動してスタッフ 2 1 1 を撮像し、スタッフ 2 1 1 の目盛面の画像データを取り込む (S 5 3)。そしてスタッフ 2 1 1 の表示パターン、文字の画像を A D 変換して第 1 メモリー 2 7 に書き込む (S 5 5)。第 1 メモリー 2 7 に書き込まれた第 2 のスタッフ 2 0 1 のパターン像には E 型パターン 2 0 2 と反転 E 型パターン 2 0 3 があり、これらのパターン 2 0 2、2 0 3 が縦方向に交互に連続してスケールを形成している。さらに、E 型パターン 2 0 2 と反転 E 型パターン 2 0 3 の像には 2 桁の数字 2 0 6、2 0 7 の像が付属している。これらの

パターン202、203の像、数字206、207の像が画像データとして第1メモリー27に書き込まれている。

【0077】

第1メモリー27から画像データを読み出して、パターン、文字、スケールの2値信号レベルを確認し、占有画素多数領域にあるか少数領域にあるかを確認する(S57)。そして、スタッフコードN0.に対応したパターンブロック、文字ブロック、スケールブロックの2値信号を切り出して、エリアセンサ21の受光面のアドレス(i、j)における各ブロックの最大座標値 j_{\max} と最小座標値 j_{\min} 、平均座標値を演算する(S59)。

【0078】

占有画素数に応じて、E型パターン202の画像データと反転E型パターン203の画像データをブロック単位で切出し、エリアセンサ21の受光面の座標軸(i、j)において、E型パターン202の最小輝度座標 i_{\min} をミラー反転対称軸として反転させて反転E型パターン203'の画像データを第2メモリー29上で再配列する(S61)。右側の数字206の像データは、前記E型パターン202の最小輝度座標 i_{\min} を軸対称に平行移動させて数字206'とすると、スケール方向にスケールの数字206'、207の列が形成される。すると、第2メモリー29上には、図13に示したような、反転E型パターン203および数字207のスケールパターンと、縦方向に整列した反転E型パターン202'が作成される。つまり、連続二値化スケールが第2メモリー29上に、あたかも実在するがごとく配列される。従って、パターン、スケールの解析および識別、レベルおよび距離の演算は、第2メモリー29上のデータを使用して行うことができる。

【0079】

この第2メモリー29上のパターンによって数字207のスケール文字ブロックを認識し、最小座標値 j_{\min} に関し、第2メモリー29上で数字207のスケール文字ブロックを横方向に平行シフトさせて文字206'とし、文字207と縦方向に整列させる(S63)。

【0080】

次に、第2メモリー29上のデータに基づいて、基準アドレス (i, j_0) の画素データを確認し、式 $|j_{\max} - j|$ から c, d よりも小さい値を決定し、レベル L_0 を演算する (S65)。

【0081】

同様に第2メモリー29上のデータについて、アップスタジアラインアドレス (i, j_a) の画素データを確認し、式 $|j_{\max} - j_a|$ から c, d 以下の値を決定し、アップスタジアライン値 L_a を演算する (S65)。

さらに同様にして、第2メモリー29上のデータについて、ロアスタジアラインアドレス (i, j_b) の画素データを確認し、式 $|j_{\max} - j_b|$ から c, d 以下の値を決定し、ロアスタジアライン値 L_b を演算する (S69)。

【0082】

以上の処理によってレベル L_0 が確定し、距離が式 $|L_a - L_b|$ によって確定する (S71)。以上の処理によって得たレベル L_0 および距離をディスプレイ37に表示して、処理を終了する (S73)。

なお、本発明の実施の形態では第1メモリー27と第2メモリー29の二つのメモリーを示したが、同一メモリー内の違うセクションを使用してもよい。

【0083】

以上の通り本発明の実施の形態によれば、スタッフの目盛情報を予めEEPROM33に記憶し、使用するスタッフの目盛情報を読み出して、撮像した画像データを解析し、識別することでレベル、距離を自動測量し、ディスプレイ37に表示できるので、特別なスタッフを制作することなく、汎用のスタッフを使用することが可能になる。また、汎用のスタッフを使用できるので、作業者が目視によって測量することも可能になる。

【0084】

【発明の効果】

以上の説明から明らかな通り本発明は、標尺の目盛面の所定のパターン、数字、またはスケールに関する識別データを記憶手段から読出し、該識別データと撮像手段が撮像した標尺の画像データとに基づいて撮像した標尺のパターン、数字、またはスケールを解析し、識別して測量値を得るので、特別な標尺を製作しな

くても、目盛面の所定のパターン、数字、またはスケールを識別するデータを記憶手段に格納しておくだけで、汎用のスタッフを使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の自動測量システムを適用したデジタルレベルの光学系の構造の一実施の形態を示す光路図である。

【図 2】 同実施の形態における光路分布光学素子の異なる実施例を示す図である。

【図 3】 同デジタルレベルのデジタル測量系の回路構成の一実施例を示すブロック図である。

【図 4】 同デジタルレベルの視準望遠鏡の視野と一実施例の汎用スタッフの目盛との関係を示す面図である。

【図 5】 同デジタルレベルのエリアセンサ上の焦点板のラインの座標設定方法を説明する図である。

【図 6】 同デジタルレベルの視準望遠鏡の視野と汎用スタッフの像の大きさとの関係を距離を変えて示す図である。

【図 7】 同デジタルレベルにおいて、水平ラインの目盛りを読み込む原理を説明する図である。

【図 8】 同デジタルレベルにおいて、アッパスタジアラインおよびロアスタジアラインの目盛りを読み込む様子を説明するタイミングチャートである。

【図 9】 同デジタルレベルにおいて、スケールの端数を演算する原理をタイミングチャートで示す図である。

【図 10】 同デジタルレベルにおいて、アッパ、ロアスタジアラインとスケールとの関係の異なる態様を (A)、(B)、(C)、(D) のタイミングチャートで説明する図である。

【図 11】 図 4 に示した汎用スタッフを使用した場合の本発明のデジタルレベルの自動読み込み処理に関するフローチャートを示す図である。

【図 12】 同デジタルレベルによって自動読み込み可能な他の実施例としての欧州スタッフの目盛面と視準望遠鏡の視野との関係を示す図である。

【図 13】 図 12 に示した欧州スタッフを使用した場合の、メモリー内に

において画像再構築した様子を示す図である。

【図 1 4】 図 1 2 に示した欧州スタッフを使用した場合の本発明のデジタル測量処理に関するフローチャートを示す図である。

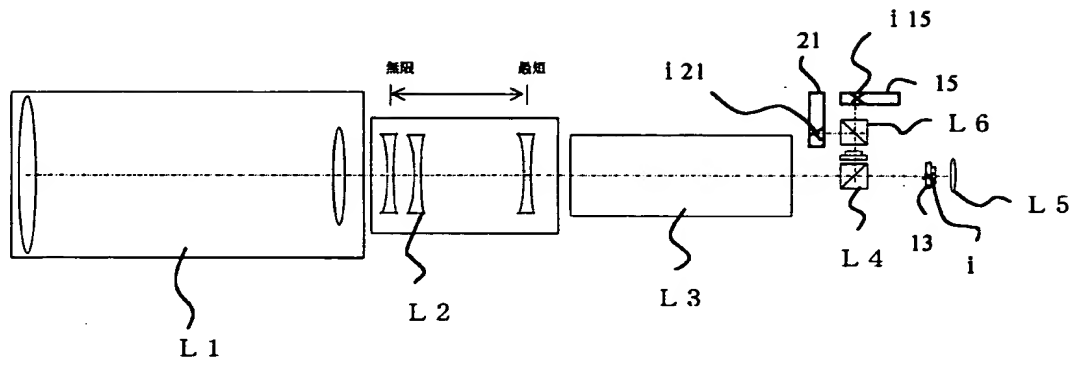
【符号の説明】

- 1 0 デジタルレベル
- 1 1 視準望遠鏡
- 1 3 焦点板
- 1 5 A F ラインセンサ
- 2 1 エリアセンサ (撮像手段)
- 2 3 タイミングジェネレータ
- 2 5 ヘッドアンプ・A/D コンバータ
- 2 7 第 1 メモリー
- 2 9 第 2 メモリー
- 3 1 画像信号処理回路
- 3 3 E E P R O M (記憶手段)
- 3 5 メイン C P U (解析手段)
- 5 1 視野
- 5 2 垂直ライン
- 5 3 水平ライン
- 5 4 アップスタジアライン
- 5 4 e 拡張アップスタジアライン
- 5 5 ロアスタジアライン
- 5 5 e 拡張ロアスタジアライン
- 1 0 1 第 1 のスタッフ
- 1 0 2 遠距離用パターン
- 1 0 3 遠距離用大きな文字列
- 1 0 4 近距離用小さな文字列
- 1 0 5 スケール
- 2 0 1 第 2 のスタッフ

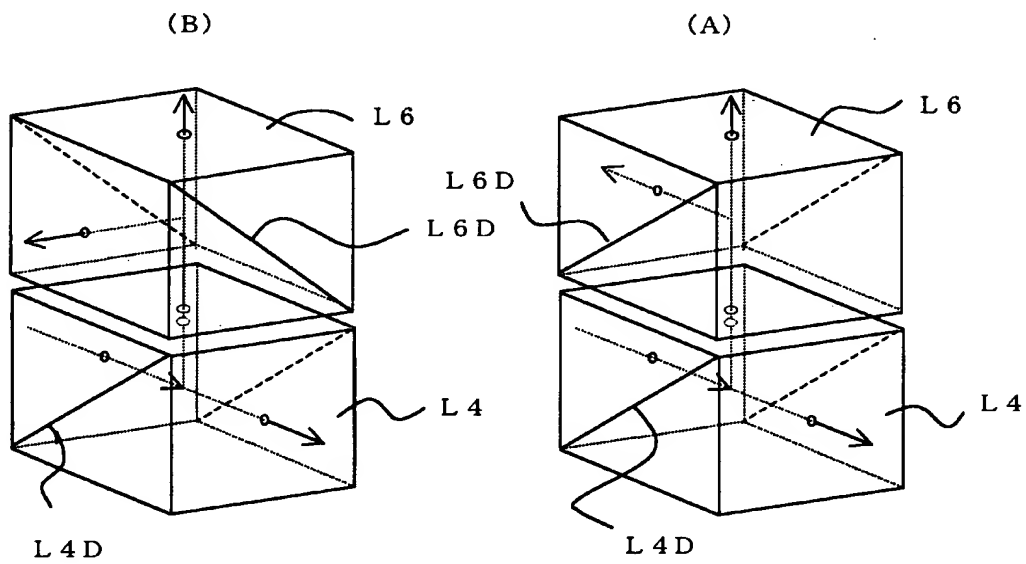
- L 1 対物レンズ群（対物光学系）
- L 2 焦点調節レンズ群（焦点調節レンズ群）
- L 3 補償・正立光学素子（補償・正立光学系）
- L 4 第 1 の光束分割光学素子（分割光学系）
- L 5 接眼レンズ（接眼光学系）

【書類名】 図面

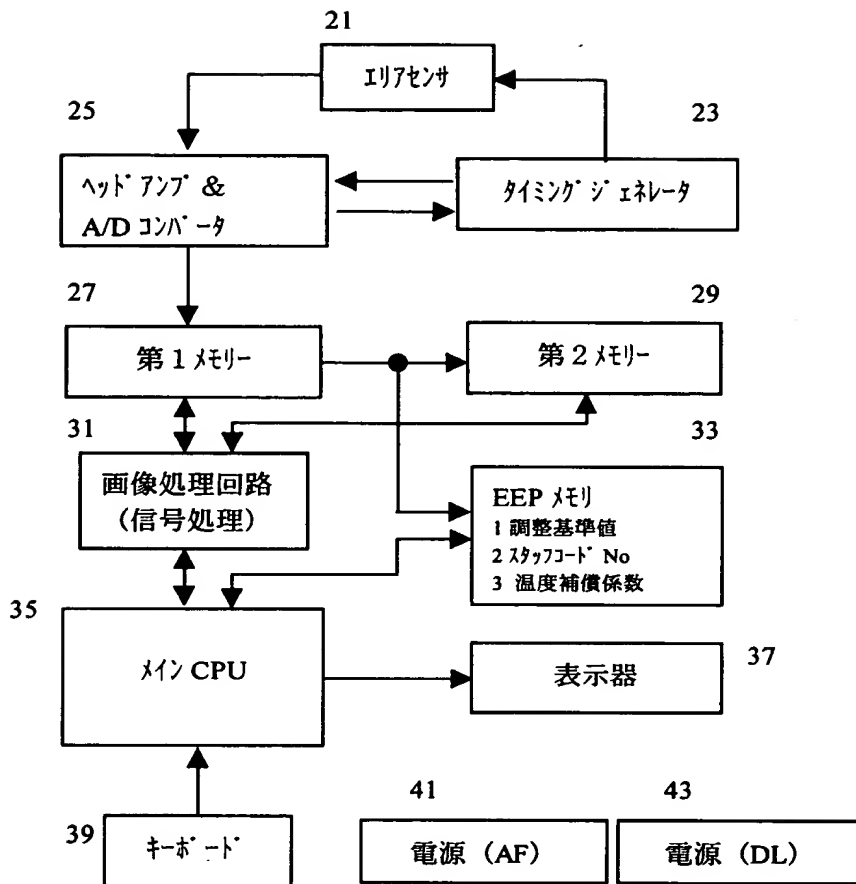
【図 1】



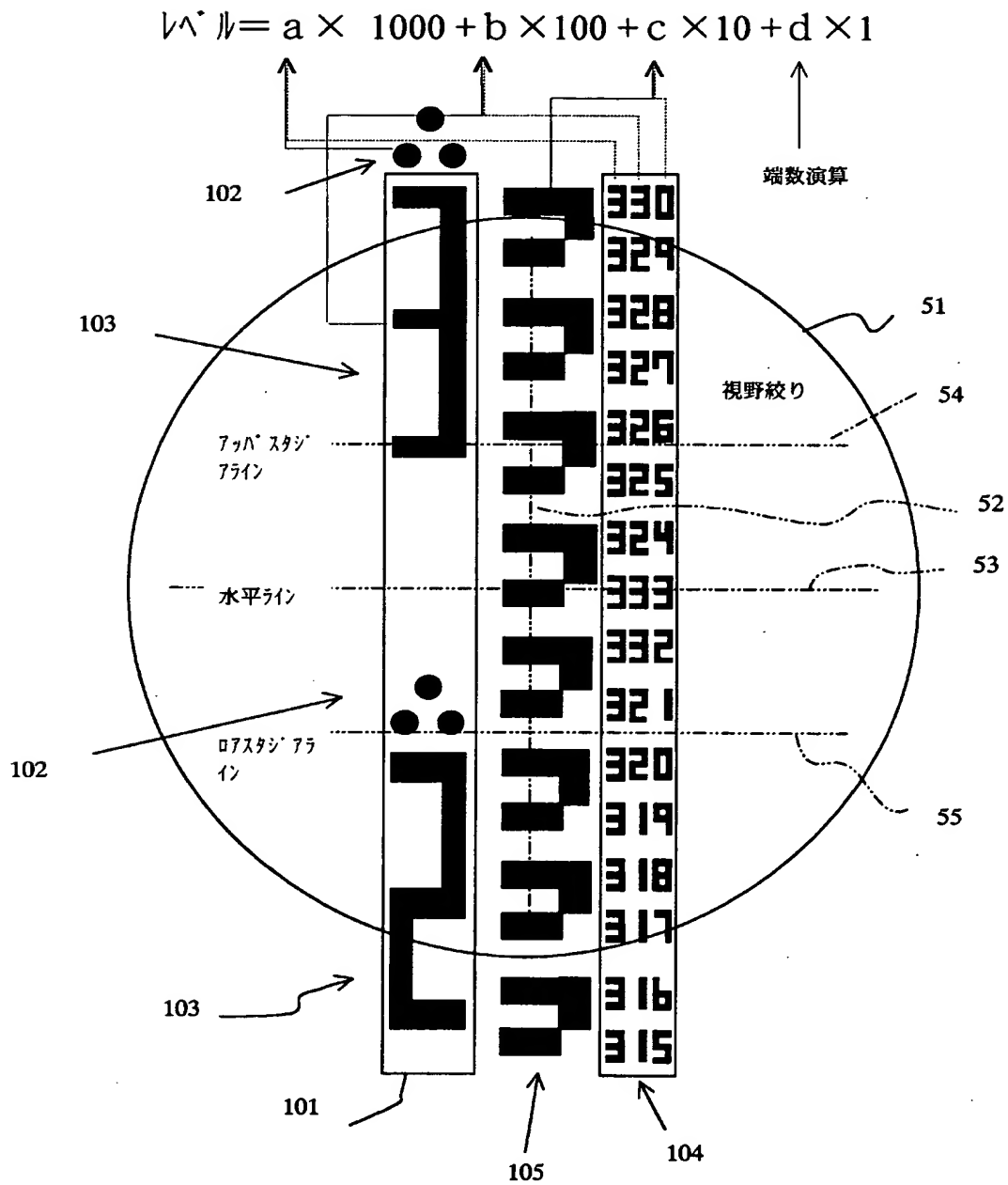
【図 2】



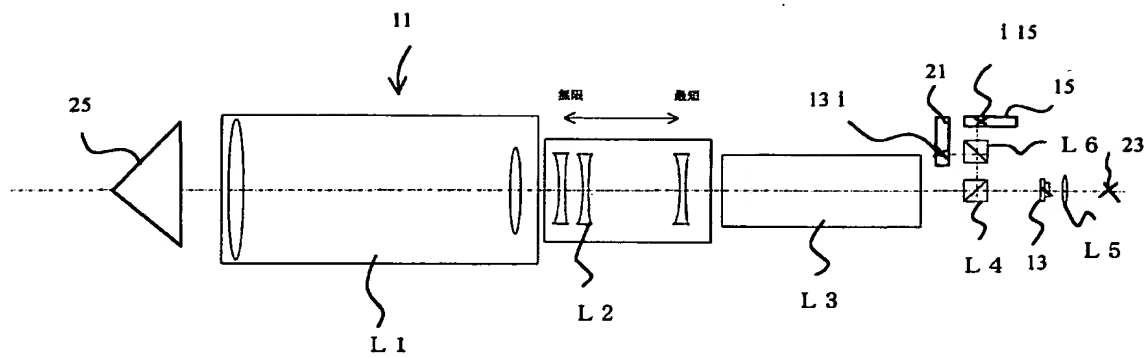
【図 3】



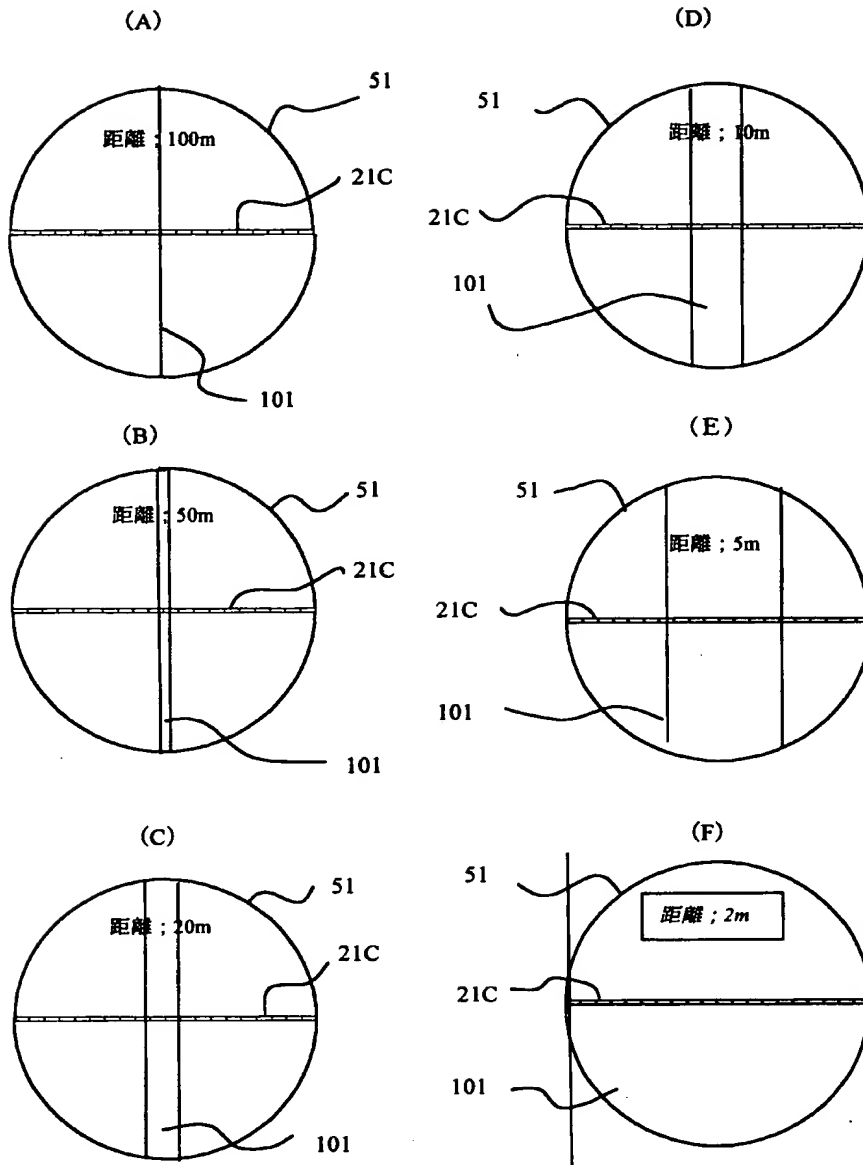
【図4】



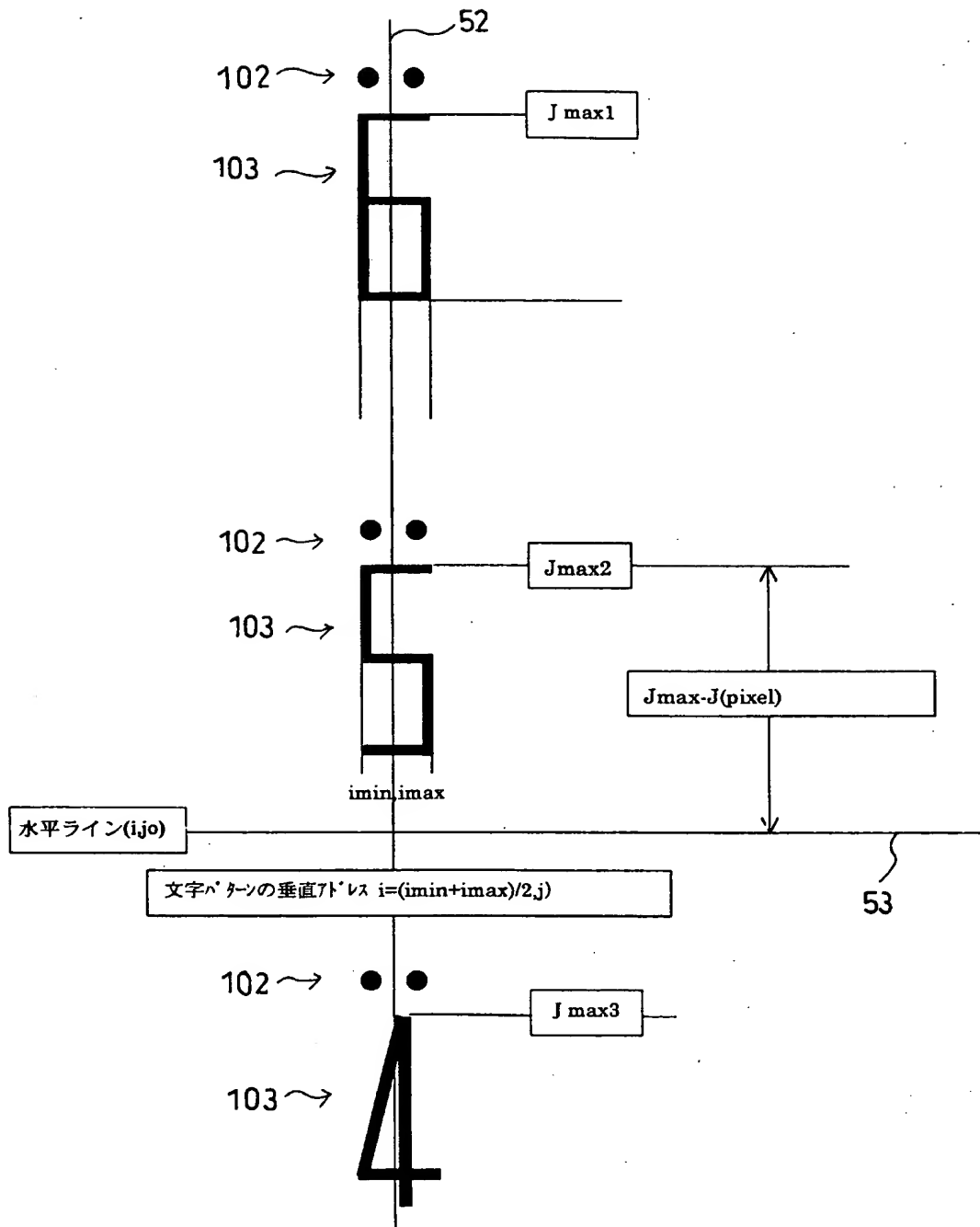
【図 5】



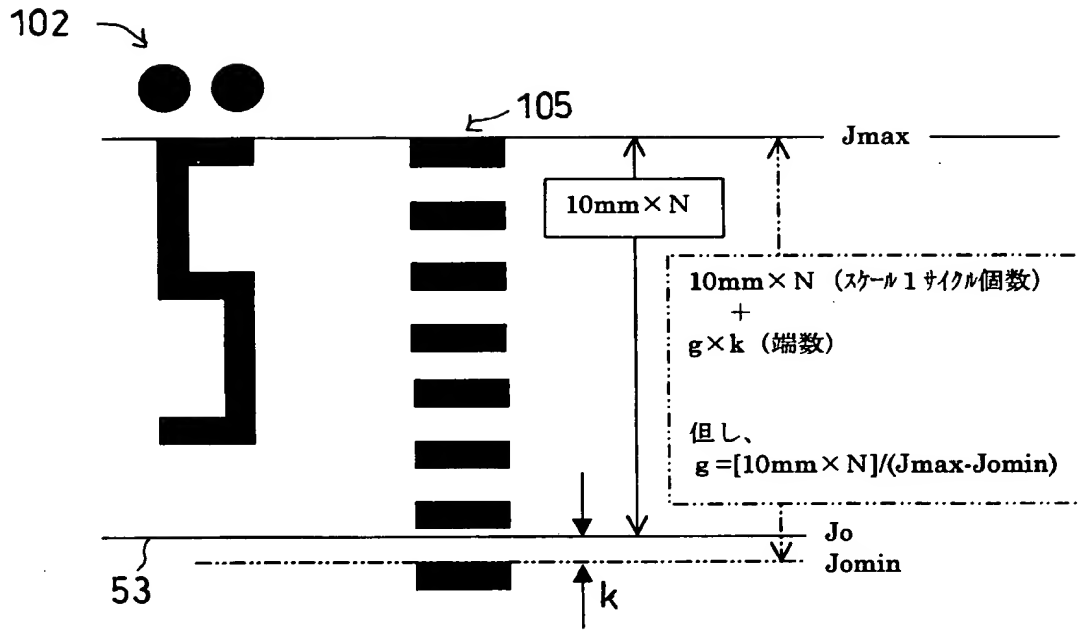
【図 6】



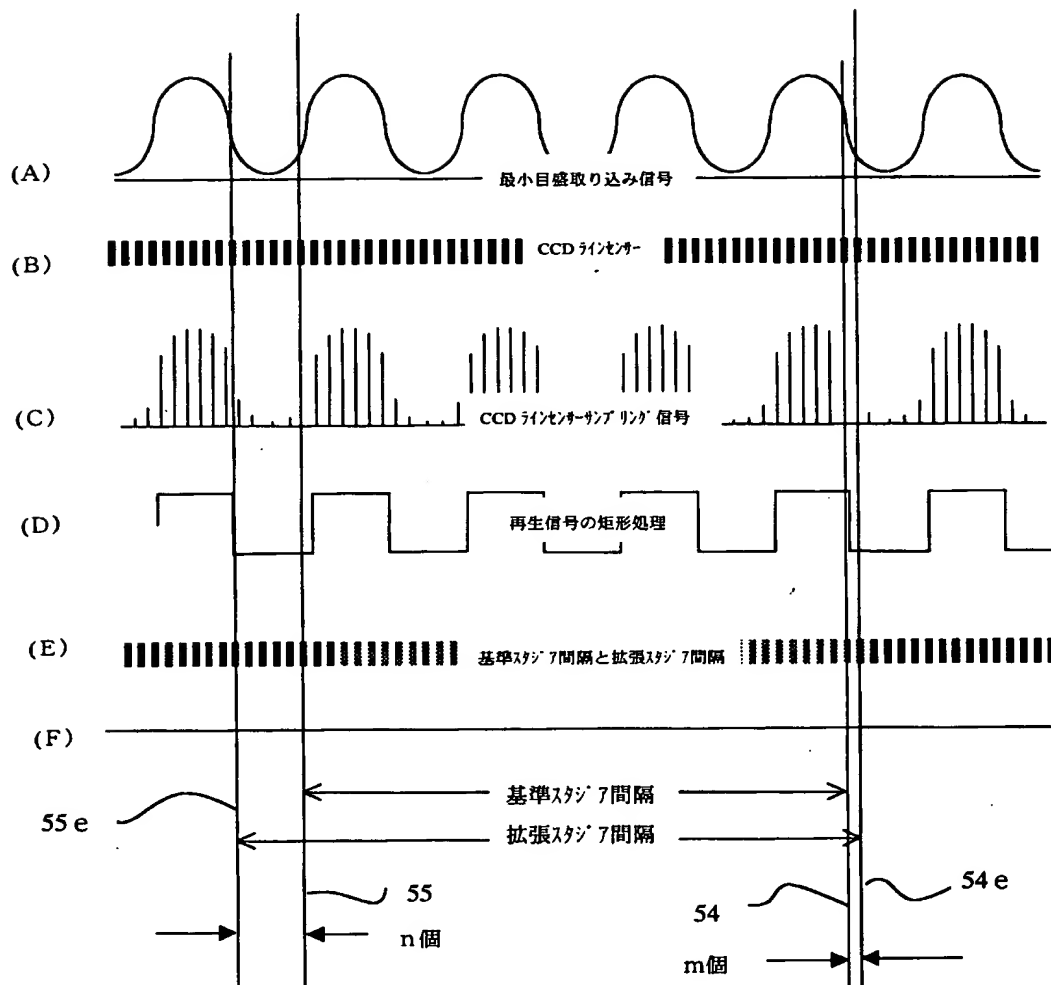
【図 7】



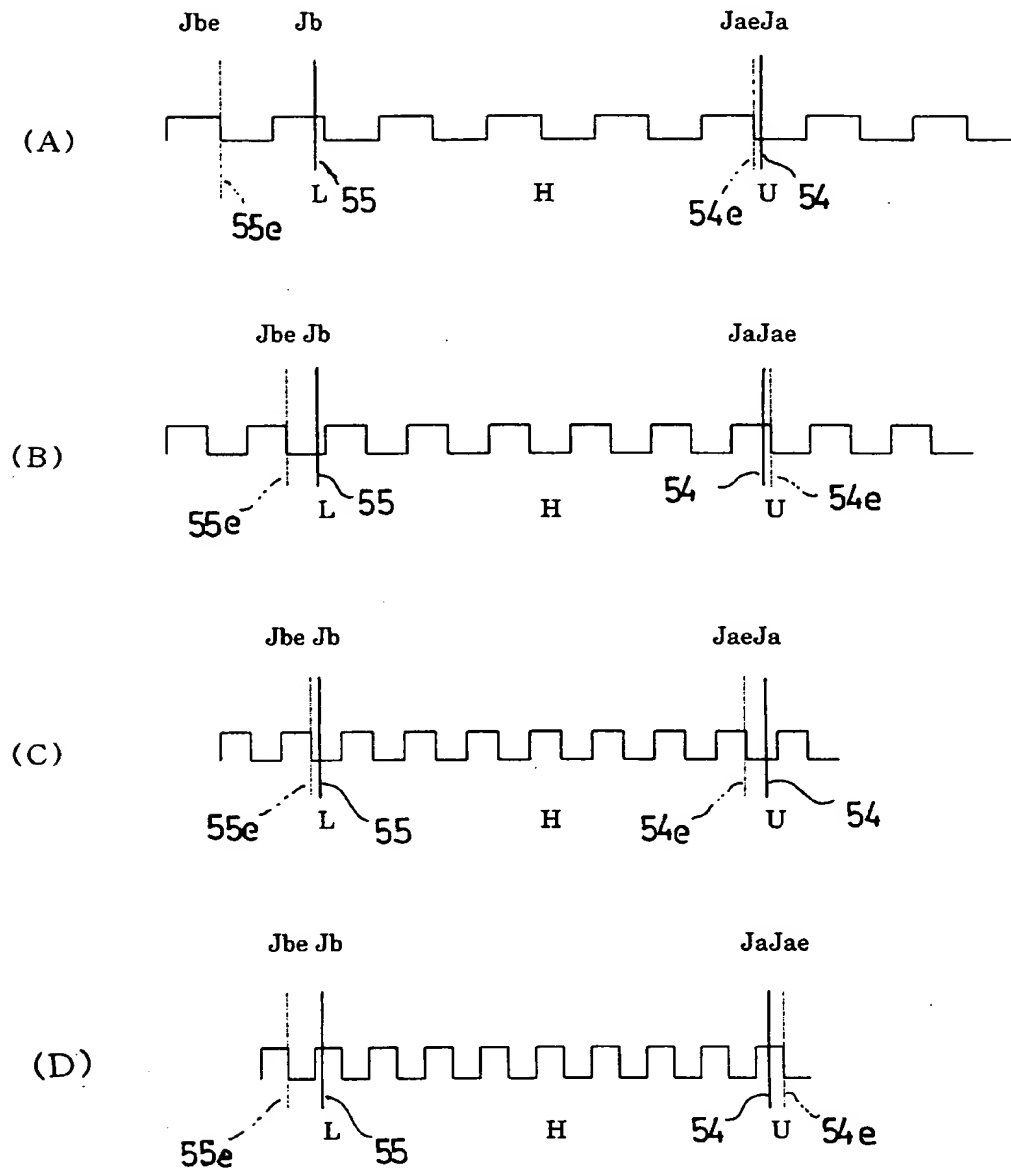
【図 8】



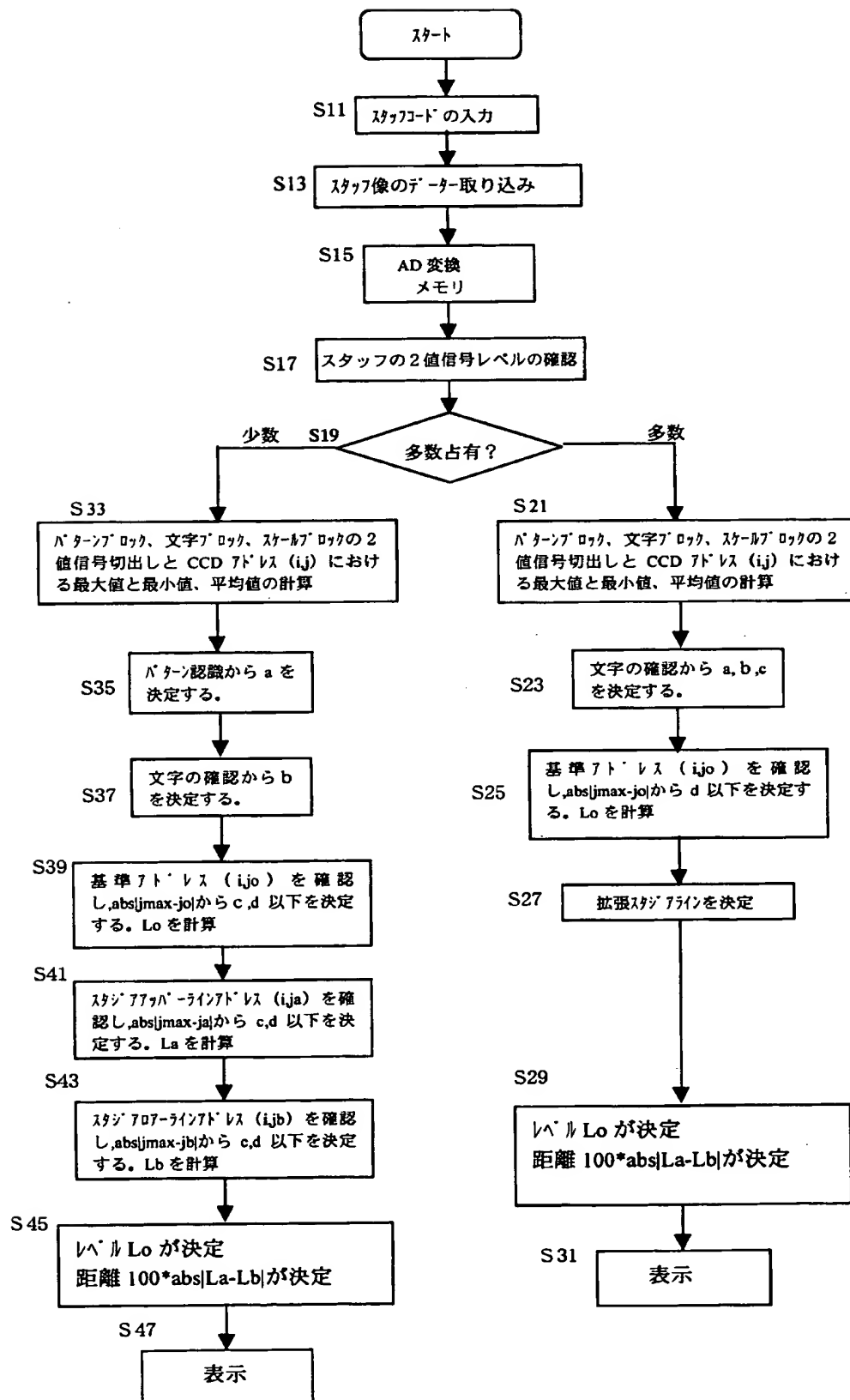
【図 9】



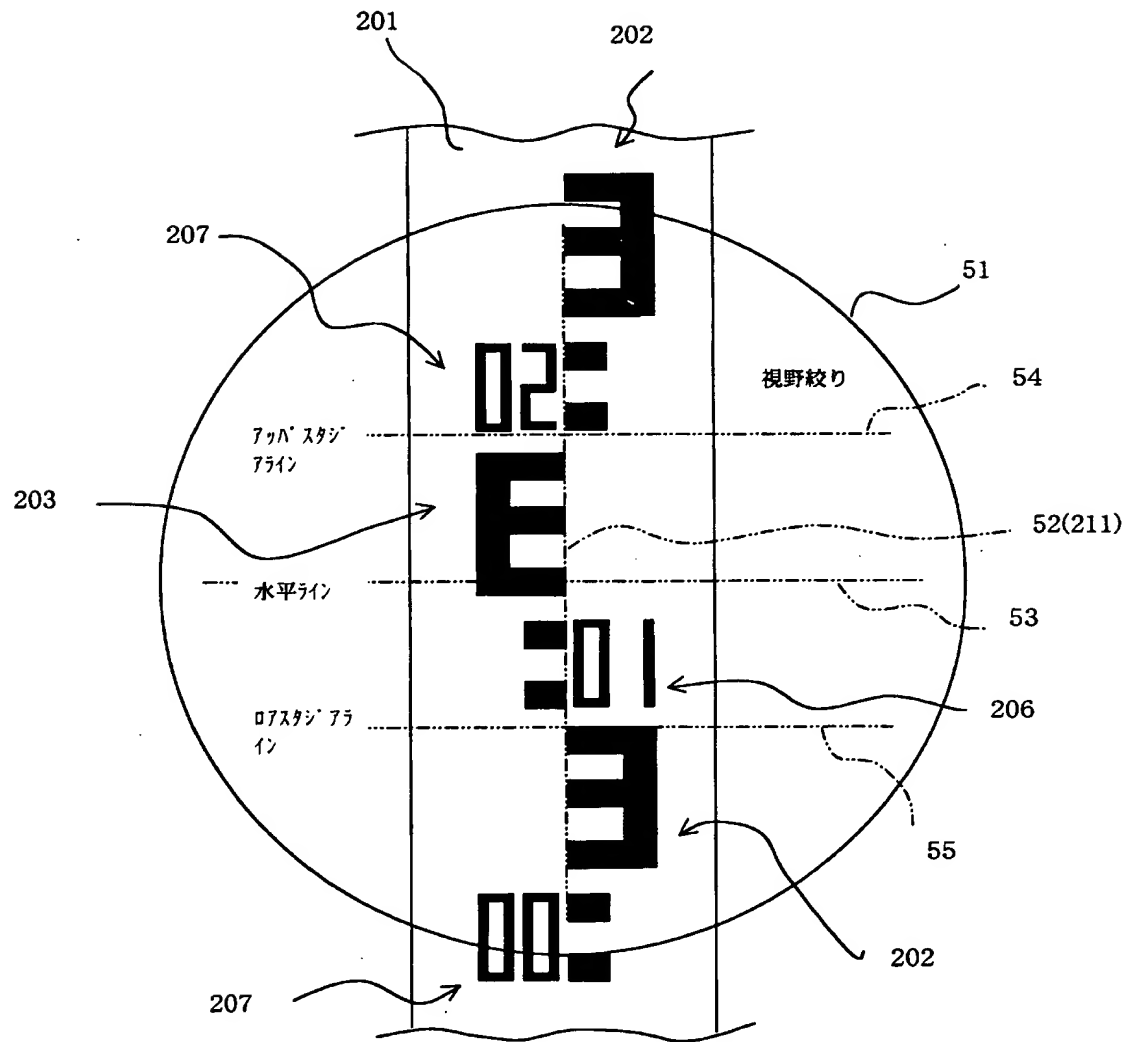
【図 10】



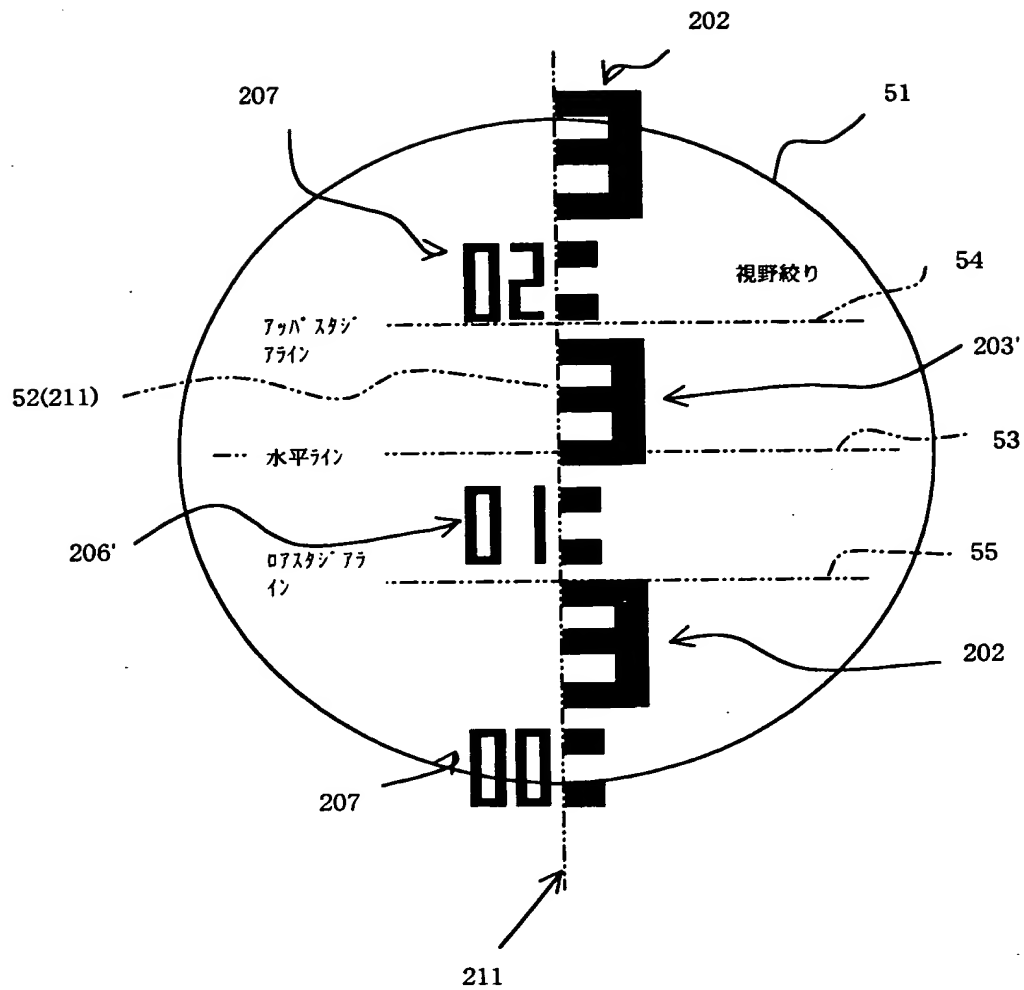
【図 11】



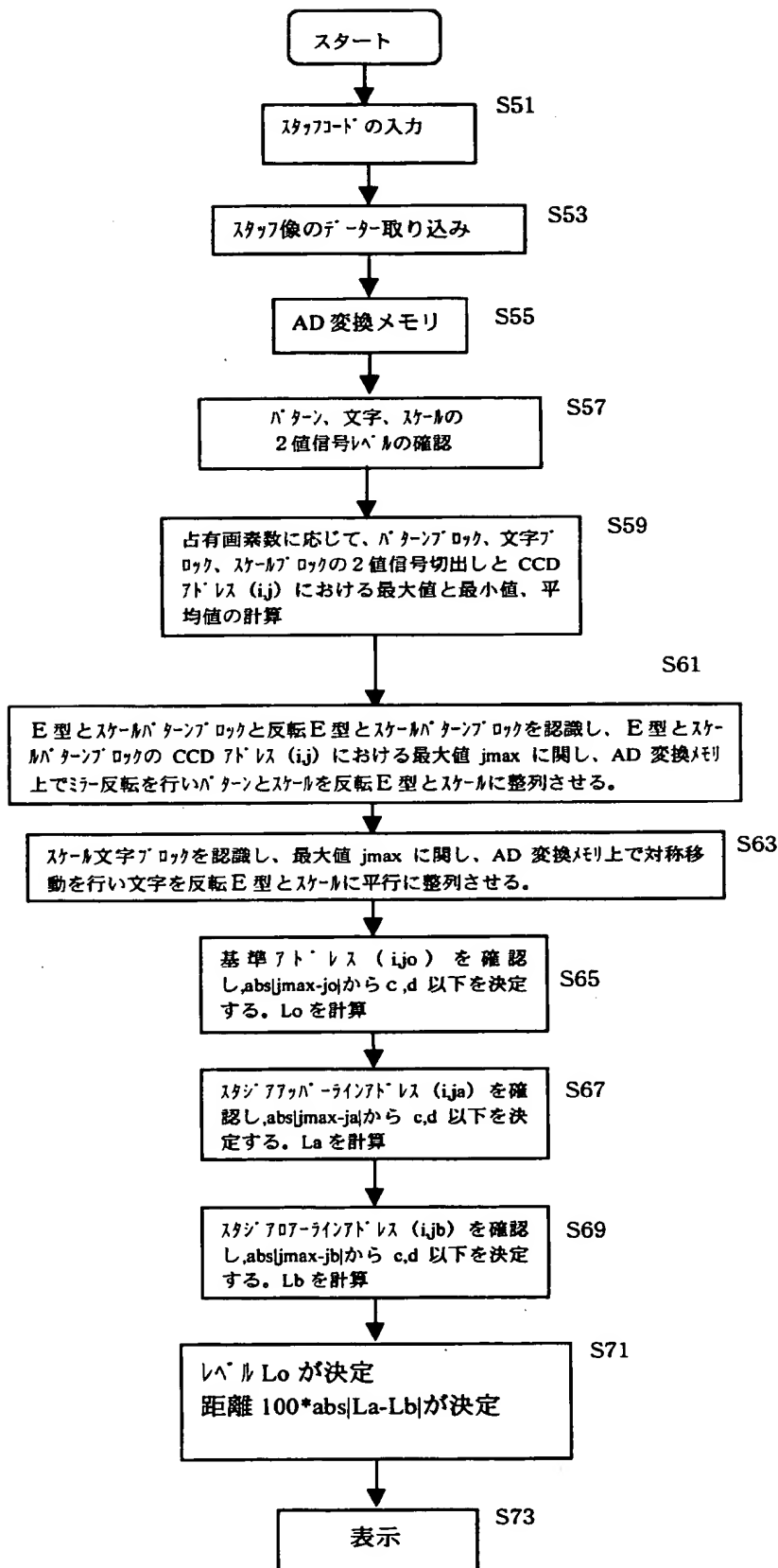
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 汎用のスタッフを使用してレベル、距離などの自動読み込みが可能な自動測量システムを提供する。

【構成】 視準望遠鏡 1 1 と、視準望遠鏡 1 1 によって視準されたスタッフの目盛面の像を撮像して電氣的な画像データに変換するエリアセンサ 2 1 と、複数種類のスタッフの目盛面の所定のパターン、数字、またはスケールに関する識別データを格納した E E P R O M 3 3 と、エリアセンサ 2 1 が撮像したスタッフの画像データと、E E P R O M 3 3 から読み出した、該スタッフに対応するパターン、数字、またはスケールに関する識別データに基づいて、該撮像したスタッフのパターン、数字、またはスケールを解析し、識別してレベル、距離を演算し、ディスプレイ 3 7 に表示させるメイン C P U 3 5 を備えた。

【選択図】 図 8

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-219128
受付番号	50000915413
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年 7月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 7月19日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000116998]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都練馬区東大泉2丁目5番2号
氏 名 旭精密株式会社